

Searching PAJ

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-117025  
 (43)Date of publication of application : 27.04.2001

G02B 26/08

(51)Int.Cl.

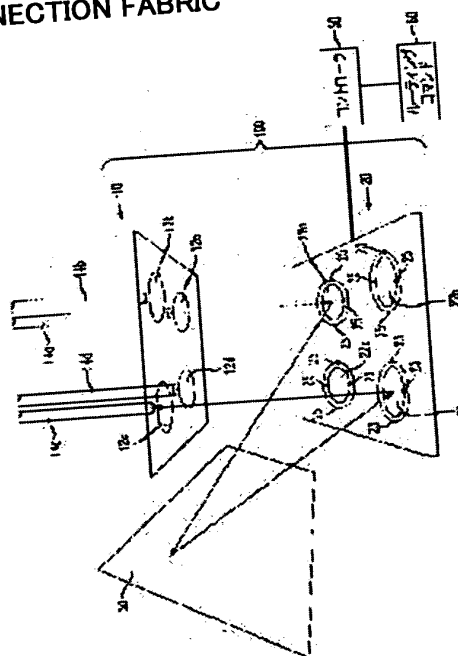
(21)Application number : 2000-306940  
 (22)Date of filing : 06.10.2000

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC  
 (72)Inventor : BISHOP DAVID JOHN  
 GILES RANDY CLINTON  
 NEILSON DAVID THOMAS

(30)Priority  
 Priority number : 1999 414621 Priority date : 08.10.1999 Priority country : US

## (54) OPTICAL MONITORING FOR OPTICAL CROSS CONNECTION FABRIC

(57)Abstract:  
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide optical monitoring for optical cross connection fabric.  
**SOLUTION:** This optical cross connection (OXC) fabric to be constituted of arrangement of inclinable mirrors, a reflector and plural optical fibers controls positions of mirrors by monitoring optical signals at a position of an inputted optical fiber and an outputted optical fiber and thus, optimizes signal transmission between the inputted optical fiber and the outputted optical fiber. The optical translation unit has a function to reproduce the optical signal transmitted in a fiber as well.



## LEGAL STATUS

28.02.2002

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

W1233

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-117025

(P2001-117025A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

G 0 2 B 26/08

テーマコード<sup>\*</sup> (参考)

E

審査請求 未請求 請求項の数11 OL 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-306940(P2000-306940)

(22) 出願日 平成12年10月6日 (2000.10.6)

(31) 優先権主張番号 09/414621

(32) 優先日 平成11年10月8日 (1999.10.8)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698

ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レーテッド

アメリカ合衆国. 07974-0636 ニュージ  
ャーシイ, マレイ ヒル, マウンテン ア  
ヴェニュー 600

(72) 発明者 ディヴィッド ジョン ビショップ

アメリカ合衆国 07901 ニュージャーク  
イ, サミット, オーク クノール ロード  
7

(74) 代理人 100064447

弁理士 岡部 正夫 (外11名)

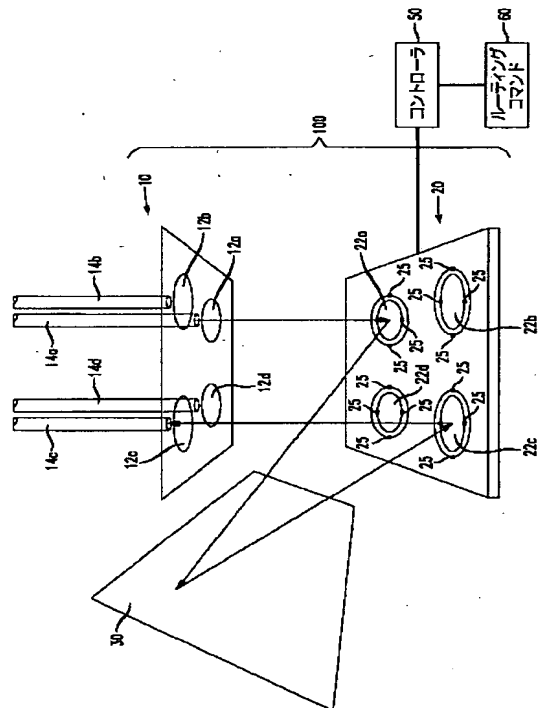
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光クロス接続ファブリックのための光学的監視

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、光クロス接続ファブリックのための光学的監視を提供する。

【解決手段】 本発明による傾斜可能な鏡の配列、反射器および複数の光ファイバから構成される光クロス接続 (OXC) ファブリックは、各入力光ファイバと出力光ファイバと対応する光トランスレーションユニットの所の光信号を監視することで、鏡の位置を制御し、これによって、入力光ファイバと出力光ファイバとの間の信号の伝送を最適化する。光トランスレーションユニットは、ファイバ内を伝送された光信号を再生する機能も担う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光クロス接続デバイスであって、  
入力ファイバ；出力ファイバ；複数の鏡から成る傾斜可能な鏡の配列であって、各鏡が前記入力ファイバから受信される信号を前記出力ファイバに向けられるように少なくとも一つの傾斜軸のまわりを傾斜できるような鏡の配列、

前記傾斜可能に鏡に接続されたコントロールであって、前記傾斜可能な鏡の配列の各鏡を、前記少なくとも一つの傾斜軸のまわりに、前記入力ファイバから受信される入力信号が前記出力ファイバに向けられるように位置決めするためのコントローラ；および前記入力ファイバに接続された入力バッファおよび前記出力ファイバに接続された出力バッファであって、前記コントローラが前記入力バッファと前記出力バッファに、前記入力バッファから前記鏡の配列に伝送される入力光信号を監視するため、および前記鏡の配列から前記出力ファイバによって受信される出力光信号を監視するために接続され、前記コントローラが前記鏡の配列に、前記入力バッファ内の前記入力光信号と前記出力バッファ内の前記出力光信号の間の監視された差にตอบสนองして前記鏡の配列の各鏡の位置を調節するために接続されるようになっている入力バッファおよび出力バッファを含むことを特徴とする光クロス接続デバイス。

【請求項 2】 前記入力バッファが前記入力ファイバに接続された前記入力ファイバ内の光信号を再生するための入力光トランスレーションユニットを備え、前記出力バッファが前記出力バッファ内の光信号を再生するための出力光トランスレーションユニットを備えることを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 3】 前記入力光トランスレーションデバイスと前記出力光トランスレーションデバイスが、光信号を電気信号に変換するための光電気変換器、電気信号を受信し、電気信号を再生するための再生ユニット、および再生された信号を光信号に戻すための電気光変換器を備えることを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 4】 前記コントローラが前記入力光トランスレーションデバイスにおいては前記再生ユニットと前記電気光変換器との間で前記電気信号に接続され、前記コントローラが前記出力光トランスレーションデバイスにおいては前記光電気変換器と前記再生ユニットの間に前記電気信号に接続されることを特徴とする請求項 3 記載のデバイス。

【請求項 5】 前記入力ファイバが入力ファイバの配列から成り、前記出力ファイバが出力ファイバの配列から成ることを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 6】 前記傾斜可能な鏡の配列が複数の傾斜可能な鏡から成り、前記傾斜可能な鏡が 2 つの相対的に垂直な軸のまわりを回転可能であることを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 7】 前記コントローラがルーティングコマンドを受信するように接続され、前記コントローラが前記ルーティングコマンドにตอบสนองして前記鏡の配列を各鏡を粗く調節するため、および前記入力バッファ内の入力光信号と前記出力バッファ内の出力光信号の間の監視された差にตอบสนองして前記鏡の配列の各鏡の位置を微調節するための手段を備えることを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 8】 さらに、反射器を備え、前記傾斜可能な鏡が前記入力ファイバから受信される入力信号が前記反射器を介して前記出力ファイバに向かうように位置決め可能であることを特徴とする請求項 1 記載のデバイス。

【請求項 9】 傾斜可能な鏡の配列を含む光クロス接続ファブリック内の各鏡の位置を制御するための方法であって、前記光クロス接続ファブリックが複数の I/O ファイバを受け、各 I/O ファイバが光信号を再生するための光トランスレーションユニットを備え、前記傾斜可能な鏡が複数の I/O ファイバの内の一つの入力ファイバからの光信号を複数の I/O ファイバの内の一つの出力ファイバに向ける働きを有するような鏡の位置を制御するための方法において、

前記複数の I/O ファイバの内の一つの入力ファイバから傾斜可能な鏡の配列に伝送される光信号のレベルを前記光トランスレーションユニット内で監視するステップ；前記傾斜可能な鏡の配列から前記複数の I/O ファイバの内の一つの出力ファイバに向けられる光信号のレベルを前記光トランスレーションユニット内で監視するステップ；前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号を比較することで、前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号の間の差を計算するステップ；前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号の間の計算された差が所定の閾値レベルより大きいとか決定するステップ；および前記決定ステップにおいて前記監視された入力光信号と監視された出力光信号の間の計算された差が閾値レベルより大きなことが決定された場合、前記鏡の配列を、前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号の間の計算された差が最小となるように調節するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 10】 前記光トランスレーションユニットが各光信号を電気信号に変換するための光電気変換器を備え、前記複数の I/O ファイバの内の一つの入力ファイバからの光信号のレベルを監視するステップと前記複数の I/O ファイバの内の一つの出力ファイバに向けられた光信号のレベルを監視するステップが、おののお、前記光トランスレーションユニット内の電気信号を監視するステップを含むことを特徴とする請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】 前記鏡の配列を調節するステップが、外部ルーティングコマンドにตอบสนองして前記鏡の配列を粗

く調節するステップと、前記監視された入力信号と監視された出力信号との間の計算された差に応答して前記鏡の配列を微調節するステップを含むことを特徴とする請求項9記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力ファイバ内の光信号を出力ファイバに接続するための、I/Oファイバの配列、傾斜可能な鏡の配列および反射器を備えた光クロス接続(OXC)ファブリックに関する。

【0002】

【従来の技術】光クロス接続(OXC)ファブリックは、レンズの配列、対応する鏡の配列および反射器から構成される。レンズの配列に対応するI/Oファイバの配列は、このデバイス内に、鏡の配列がI/Oファイバの配列と対応するように受けられる。各鏡は、2つの軸のまわりを、それと対応するI/Oファイバ(つまり、入力ファイバ)から受信される入力信号が反射器に向かい、ここから別の鏡に向かい、その後、I/Oファイバの内の一つの出力ファイバに向かうように傾斜可能であり、こうして入力ファイバを出力ファイバに信号的に接続するスイッチとして機能する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】光信号の入力ファイバから出力ファイバへの接続を最適化するために鏡の適切な位置決めを確保する目的で、各I/Oファイバ内に、光信号を監視し、出力信号が入力信号と近似することを確保するための光タップが設けられる。入力信号と出力信号との間の差が閾値を越えた場合、鏡の位置が出力信号を最適化するために調節される。この構成の問題は、光タップが光信号の一部をI/Oファイバの外部に向けることである。さらに、光クロス接続(OXC)ファブリックは、典型的には、概ね256個のファイバと鏡の配列を含み、これらが各I/Oファイバに対して光タップが必要となるために、光タップは光クロス接続(OXC)ファブリックのコストをかなり押し上げる要因となる。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、鏡の位置を監視し、光クロス接続(OXC)デバイスの最適性能をいじするために、光トランスレーションユニット内に存在する信号を利用する。光信号がそのソースから光クロス接続(OXC)デバイスに伝送される際、通常、光信号は、それが受けるあるいはその経路に沿って存在する減衰および他の損失および/あるいは妨害のために、その元の形状および振幅から劣化する。この理由により、各I/Oファイバは、入り信号を検出し、信号をその正しい強度および形状に再生するための光トランスレーションユニット(OTU)を備える。この仕事を達成するために、光トランスレーションユニット(OTU)は、光

信号を電気信号に変換し、電気信号に関して再生を遂行し、再生された電気信号を光信号に変換した上で、光信号を光クロス接続(OXC)デバイスに伝送する。光トランスレーションユニット(OTU)は、光クロス接続(OXC)デバイスの一部ではなく、典型的にはこれとは別個に制御されるが、光トランスレーションユニット(OTU)内に存在する電気信号は光クロス接続(OXC)デバイスに伝送される光信号を表すために、光トランスレーションユニット(OTU)内に存在する電気信号は、光ファイバに接続された光タップの代わりに、鏡の位置を制御するために利用することができる。ファイバ内の光トランスレーションユニット(OTU)の存在は、信号の品質を確保するために必要であるために、鏡の位置を制御するために光トランスレーションユニット(OTU)を利用することは、光クロス接続(OXC)デバイスに対して要求されるパーツの数を削減し、(光タップによる)製造のコストの大幅な増加を回避できる。

【0005】本発明の他の目的および特徴が以下の詳細な説明を付録の図面を参照しながら読むことで明らかになるものである。ただし、図面は、もっぱら説明の目的で描かれているもので、本発明の範囲を定義するためのものではなく、本発明の範囲については特許請求の範囲を参照すべきである。さらに、図面は必ずしも正確な縮尺には描かれておらず、改めて指摘されていない限り、これらはもっぱらここに開示される構造および手続きを概念的に図解することを意図するものであることに注意する。

【0006】

【発明の実施の形態】図1は、イメージング(結像)レンズの配列10、鏡の配列20、および反射器30から構成される光クロス接続(Optical Crossconnect, OXC)ファブリック100を示す。光クロス接続(OXC)ファブリック100は、典型的には、マイクロエレクトロメカニカルシステム(Micro Electro-Mechanical System, MEMS)技術を用いて形成される。イメージングレンズの配列10は、おのおのI/Oファイバ14a~14dと整合されたレンズ12a~12dから成る。鏡の配列20は、おのおのI/Oファイバ14a~14dと対応する複数の鏡22a~22dから成る。イメージング(結像)レンズ12a~12dは、それぞれ、I/Oファイバ14a~14dと対応し、I/Oファイバ14aから14dと鏡の配列20の各鏡22aから22dの間に伝送される光信号をフォーカス(結像)する。図面を簡素化するため、および動作の説明を平易にするために、図1の光クロス接続(OXC)ファブリック100は、4つのI/Oファイバと鏡をもつものとして示されるが、ただし、光クロス接続(OXC)ファブリックは、任意の数のI/Oファイバと鏡、より典型的には、16×16配列、すなわち256個のファイバと鏡をもつこ

ともできる。

【0007】鏡の配列20の各鏡22a~22dは、これら鏡の傾きを制御し、あるI/Oファイバからの信号を別のI/Oファイバにルーティングするコントローラ50に接続される。鏡22a~22dは、マイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)技術を用いて2軸たわみシンバルマウントにてねじればね25を介して形成され、各鏡22a~22dは電圧信号に応答して各軸に関して±5度傾斜できる。例えば、I/Oファイバ14aからの入力信号をI/Oファイバ14cにルーティングするためには、鏡22aと22cが、信号が鏡22aから反射され、反射器30に向かい、反射器から鏡22cに向かい、その後、鏡22cからI/Oファイバ14cに向かうように傾斜される。この特定のルーティング例が図1に示される。このやり方で任意の2つのI/Oファイバが信号的に接続される。

【0008】図2は、I/Oファイバ14a~14dの光クロス接続(OXC)ファブリク100への接続を示すブロック図である。各I/Oファイバ14a~14dは、入力ファイバとして用いることも、出力ファイバとして用いることもできる。ただし、実装においては、幾つかは入力ファイバとして、他の幾つかは出力ファイバとして定義される。図2においては、I/Oファイバ14aと14bは入力ファイバとして用いられ、I/Oファイバ14cと14dは出力ファイバとして用いられる。光クロス接続(OXC)ファブリク100に入る前に、各入力ファイバ14a、14bは、コントローラ50に接続された各光トランスレーションユニット(Optical Translation Unit, OTU)200a、200bに通される。光トランスレーションユニット(OTU)200a、200bの主な機能は、光信号に対するバッファ要素として機能すること、とりわけ、ファイバ内の光信号を再生するための再生ユニットとして機能することにある。光信号がファイバ内を長い距離に渡って伝搬する間に、元の光信号が減衰したり、他の悪影響を受けること、例えば、様々な外部からの影響に起因して位相シフトおよび/あるいは周波数変動を受けることがある。このために、入力ファイバ14a~14d上の光トランスレーションユニット(OTU)200a、200bは、受信された光信号を電気信号に変換し、電気信号を元の強度および形状に再生し、再生された電気信号を光信号に戻す。こうして再生された信号は、次に、光クロス接続(OXC)ファブリク100に伝送される。出力ファイバ14c、14dも、同一の機能を遂行する自身の光トランスレーションユニット(OTU)200c、200dを有し、光クロス接続(OXC)ファブリク内で信号のある程度の劣化が発生した場合、光トランスレーションユニット(OTU)200c、200dは、信号をクリーンアップし、すなわち、正しい強度および形状に回復し、その後、信号を外部に伝送する。

【0009】上述のように、鏡の位置はコントローラ50によって外部ソースからのルーティングコマンド60に応答して制御される。基本的には、ルーティングコマンドは、コントローラ50に対して、どの出力ファイバをどの入力ファイバに接続すべきか指令する。ルーティングコマンド60は、入力ファイバから受信される、あるいはある他の外部ソースから受信されるリーディング(先導)コマンドである。このコマンドを受信すると、コントローラ50は、鏡の粗い調節を遂行することで、鏡を適当な位置にする(適当に傾斜させる)。ただし、光信号が入力ファイバと出力ファイバとの間で最適に接続されるように鏡の位置を最適化するためには、鏡の位置が監視される。これは、入力ファイバと出力ファイバ内の光信号を監視・比較することで間接的に達成される。この目的のために、コントローラ50が光トランスレーションユニット(OTU)200a~200dに接続され、コントローラ50にて、入力ファイバから光クロス接続(OXC)ファブリクに伝送された信号と、光クロス接続(OXC)ファブリクから出て出力ファイバに向かう信号が監視される。より詳細には、コントローラ50が、入力ファイバ14a、14bについては光クロス接続(OXC)ファブリク100に伝送される光信号を表し、出力ファイバ14c、14dについてはこれから受信される光信号を表すおのおのの光トランスレーションユニット(OTU)内に存在する電気信号に接続され、コントローラ50にて、入力信号と出力信号が比較される。出力ファイバの光信号と入力ファイバの光信号の値の間の差が閾値を超えた場合は、コントローラ50は、これら信号間の差を修正あるいは最適化することを目指して鏡の位置を調節する。

【0010】上述のように、光トランスレーションユニット(OTU)200a~200dは、光クロス接続(OXC)ファブリク100にとって信号の品質を保障するために必要な要素である。このため、コントローラ50を正しい鏡の位置を決定するための制御信号を提供するために光トランスレーションユニット(OTU)に接続することは、光クロス接続(OXC)ファブリク100にさらなる要素を追加することは要求しない。

【0011】図2は、さらに、I/Oファイバの入力ファイバ14b上の光トランスレーションユニット(OTU)200bの詳細と、出力ファイバ14d上の光トランスレーションユニット(OTU)200dの詳細を示す。各光トランスレーションユニット(OTU)200a~200dは、光電気変換器202、再生デバイス204、および電気光変換器206を備える。入力ファイバ14a、14bの光トランスレーションユニット(OTU)200a、200bにおいては、接続は電気信号が電気光変換器206に接続される点で行なわれる。出力ファイバ14c、14dの光トランスレーションユニット(OTU)200c、200dにおいては、接続

は、電気信号が光電気変換器 202 に接続される点で（光電気変換器と再生デバイスとの間で）行なわれる。これら電気信号が、こうしてコントローラ 50 に接続され、各 I/O ファイバについて監視される。こうして、光信号が光クロス接続（OXC）ファブリック内の一つのファイバから別のファイバに伝送されているとき、コントローラ 50 は、入力ファイバ内の信号と出力ファイバ内の信号を監視し、信号が最適に伝送されているか決定し、これに従って鏡を調節する。

【0012】以上、本発明の、好ましい実施例に適用されたときの基本的な新規の特徴について説明および指摘したが、当業者においては説明のデバイスおよび動作の形式および細部において様々な省略および代替が可能であるものと理解される。例えば、実質的に同一な機能を実質的に同一なやり方で遂行することで同一な結果を達成する要素および／あるいは方法のステップの全ての組合せも本発明の範囲内に入る。さらに、本発明の開示された形態あるいは実施例との関連で例示および／あるいは説明された構造および／あるいは要素および／あるいは方法のステップは、単に設計上の選択の問題であり、他の任意の開示・説明あるいは示唆された形態あるいは

実施例内に組み込むこともできる。従って、本発明は、特許請求の範囲によってのみ制限されるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

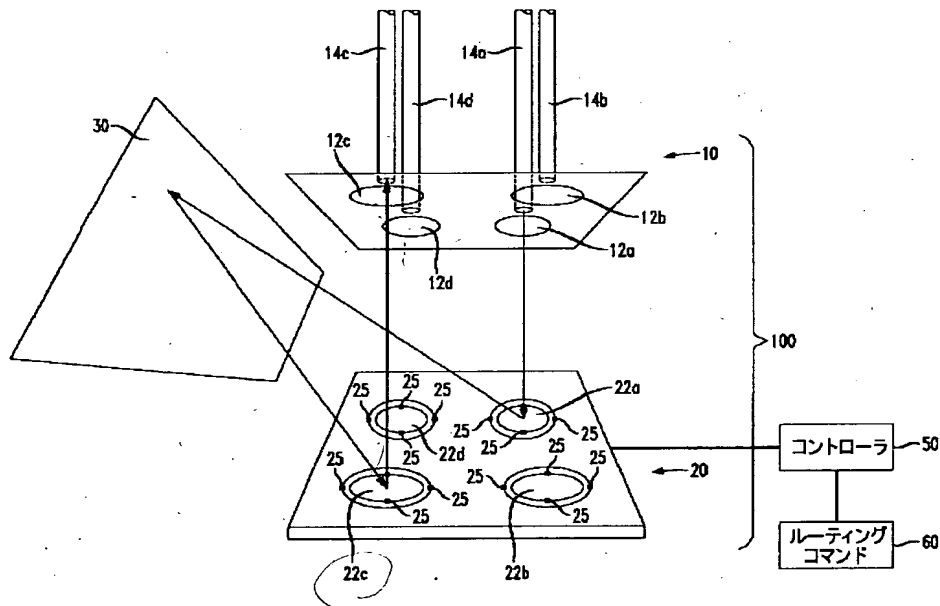
【図 1】本発明による光クロス接続（OXC）ファブリックの立面図である。

【図 2】本発明の制御構成を示すブロック図である。

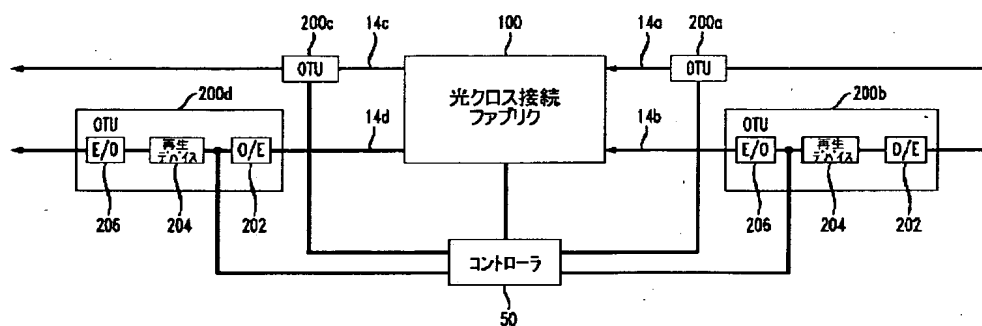
#### 【符号の説明】

- 10 イメージング（結像）レンズの配列
- 12 レンズ
- 14 I/O ファイバ
- 20 鏡の配列
- 22 鏡
- 25 ねじればね
- 30 反射器
- 50 コントローラ
- 60 ルーティングコマンド
- 100 光クロス接続（OXC）ファブリック
- 200 光トランスレーションユニット（OTU）
- 202 光電気変換器
- 204 再生デバイス
- 206 電気光変換器

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72) 発明者 ランディ クリントン ガイルズ  
 アメリカ合衆国 07981 ニュージャージー  
 イ, ホイッパニー, パーシパニー ロード  
 114

(72) 発明者 ディヴィッド トーマス ネイルソン  
 アメリカ合衆国 08857 ニュージャージー  
 イ, オールド ブリッジ, アイゼンハワー  
 ドライヴ 11



【外国語明細書】

**1. Title of Invention**

**OPTICAL MONITORING FOR OXC FABRIC**

**2. Claims**

1. An optical crossconnect device, comprising:

an input fiber;

an output fiber;

an array of tiltable mirrors comprising a plurality of mirrors, each mirror being tiltable about at least one tilting axis for directing a signal received from said input fiber to said output fiber;

a controller operatively connected to said array of tiltable mirrors for positioning said mirror of said array of tiltable mirrors about said at least one tilting axis so that an input signal received from said input fiber is directed toward said output fiber; and

an input buffer connected to said input fiber and an output buffer connected to said output fiber, said controller being connected to said input buffer and to said output buffer for monitoring an input optical signal transmitted from said input fiber to said array of mirrors and for monitoring an output optical signal received by said output fiber from said array of mirrors, and said controller being operatively connected to said array of mirrors for operatively adjusting a position of said mirror of said array of mirrors in response to a monitored difference between said input optical signal in said input buffer and said output optical signal in said output buffer.

2. The device of claim 1, wherein said input buffer comprises an input optical translation unit connected to said input fiber for regenerating an optical signal in said input fiber and said output buffer comprises an output optical translation unit for regenerating an optical signal in said output fiber.

3. The device of claim 2, wherein each of said input optical translation device and said output optical translation device comprises an optical-to-electrical converter for converting an optical signal to an electrical signal, a regeneration unit for

receiving the electrical signal and regenerating the electrical signal, and an electrical-to-optical converter to converting the regenerated signal back to an optical signal.

4. The device of claim 3, wherein said controller is connected to said electrical signal in said input optical translation device between said regeneration unit and said electrical-to-optical converter and said controller is connected to said electrical signal in said output optical translation device between said optical-to-electrical converter and said regeneration unit.

5. The device of claim 1, wherein said input fiber comprises an array of input fibers and said output fiber comprises an array of output fibers.

6. The device of claim 1, wherein said array of tiltable mirrors comprises a plurality of tiltable mirrors, each of said tiltable mirrors being rotatable about two relatively perpendicular axes.

7. The device of claim 1, wherein said controller is connected for receiving a routing command and includes means for coarsely adjusting said mirrors of said array of mirrors in response to said routing command and for finely adjusting a position of said mirrors of said array of mirrors in response to the monitored difference between said input optical signal in said input buffer and said output optical signal in said output buffer.

8. The device of claim 1, further comprising a reflector, wherein said tiltable mirrors are positionable so that the input signal received from said input fiber is directed toward said output fiber via said reflector.

9. A method of controlling a mirror position in a optical crossconnect fabric comprising an array of tiltable mirrors, said optical crossconnect fabric receiving a plurality of I/O fibers each including an optical translation unit for regenerating an optical signal, wherein said tiltable mirrors are operable for directing the optical signal from an input one of the plurality of I/O fibers to an output one of the plurality of I/O fibers, said method of controlling a mirror position comprising the steps of:

monitoring a level of an optical signal being transmitted to the array of tiltable mirrors in the optical translation unit from the input one of the plurality of fibers;

monitoring a level of an optical signal directed from the array of tiltable mirrors in the optical translation unit to the output one of the plurality of fibers;

comparing the monitored input optical signal to the monitored output optical signal to calculate a difference between the monitored input optical signal and the monitored output optical signal;

determining whether the calculated difference between the monitored input optical signal and the monitored output optical signal is greater than a predetermined threshold level; and

adjusting the array of mirrors to minimize the calculated difference between the monitored input optical signal and the monitored output optical signal if it is determined in said step of determining that the calculated difference between the monitored input optical signal and the monitored output optical signal is greater than the threshold level.

10. The method of claim 9, wherein the optical translation units each include an optical-to-electrical converter for converting the optical signal into an electrical signal, and wherein each of said steps of monitoring a level of an optical signal from the input one of the plurality of fibers and of monitoring a level of an optical signal directed to the output one of the plurality of fibers includes monitoring the electrical signal in the optical translation units.

11. The method of claim 9, wherein said step of adjusting the array of mirrors comprises coarsely adjusting the array of mirrors in response to an external routing command and finely adjusting said array of mirrors in response to the calculated difference between the monitored input optical signal and the monitored output optical signal.

### **3. Detailed Description of Invention**

#### **Field Of The Invention**

The present invention relates to an Optical Crossconnect (OXC) fabric for connecting an optical signal in an input fiber to an output fiber and that includes an array of I/O fibers, an array of tiltable mirrors, and a reflector.

#### **Description Of The Related Art**

An Optical Crossconnect (OXC) device comprises an array of lenses, a corresponding array of mirrors, and a reflector. An array of I/O fibers which corresponds to the array of lenses is received in the device so that the array of mirrors corresponds to the array of I/O fibers. Each of the mirrors is tiltable about 2 axes for directing an input signal received from its corresponding I/O fiber (i.e. an input fiber) against the reflector to another mirror and to an output one of the I/O fibers, thereby signally connecting the input fiber to the output fiber and functioning as a switch.

To ensure proper positioning of the mirrors for optimizing the connection of the optical signal from the input I/O fiber to the output I/O fiber, optical taps are formed in each of the I/O fibers for monitoring the optical signals and ensuring that the output signal approximates the input signal. If a difference between the input and output signals exceeds a threshold value, the mirror positions are adjusted to optimize the output signal. A problem with this arrangement is that the optical taps direct a portion of the optical signal away from the I/O fiber. Furthermore, OXCs typically, include arrays of approximately 256 fibers and mirrors. Accordingly, the optical taps add considerable cost to the OXC because they are required for each of the I/O fibers.

#### **Summary Of The Invention**

The present invention uses signals present in an optical translation unit to monitor the mirror position and maintain optimal performance of an optical crossconnect (OXC) device. After an optical signal is transmitted from its source to

the OXC device, it is generally degraded from its original form and amplitude due to attenuation and other losses and/or disturbances that it may receive or that are present along its path. For this reason, each I/O fiber includes an optical translation unit (OTU) which detects the incoming signal and regenerates the signal to its proper intensity and form. To accomplish this task, the OTU converts the optical signal to an electrical signal, performs the regeneration on the electrical signal, and transforms the regenerated electrical signal into an optical signal for continued transmission of the optical signal to the OXC fabric. Although the OTU is not a part of the OXC fabric and is typically controlled separately therefrom, the electrical signal present in the OTU can be used instead of an optical tap connected to the optical fiber to control the mirror position, because that electrical signal in the OTU represents the optical signal that is transmitted to the OXC fabric. Since the presence of an OTU in the fibers is required to ensure signal quality, the use of the OTU for control of the mirror position reduces the number of required parts for the OXC and thereby does not significantly add to the cost of manufacture.

Other objects and features of the present invention will become apparent from the following detailed description considered in conjunction with the accompanying drawings. It is to be understood, however, that the drawings are designed solely for purposes of illustration and not as a definition of the limits of the invention, for which reference should be made to the appended claims. It should be further understood that the drawings are not necessarily drawn to scale and that, unless otherwise indicated, they are merely intended to conceptually illustrate the structures and procedures described herein.

Referring to Fig. 1, an Optical Crossconnect (OXC) fabric 100 comprises an array of imaging lenses 10, a mirror array 20, and a reflector 30. The OXC 100 is typically formed using Micro Electro-Mechanical Systems (MEMS) technology. The array of imaging lenses 10 comprises lenses 12a-12d respectively aligned with I/O fibers 14a-14d. The mirror array 20 includes a plurality of mirrors 22a-22d respectively corresponding to the I/O fibers 14a-14d. The lenses 12a-12d respectively correspond to the I/O fibers 14a-14d for focussing the optical signals transmitted between the I/O fibers 14a-14d and the respective mirrors 22a-22d of the mirror array 20. To simplify the drawing and for ease of explanation of its operation, the OXC fabric 100 of Fig. 1 is shown as having four I/O fiber and mirrors. However, the OXC fabric may include any number of I/O fibers and mirrors and more typically includes a 16x16 array of 256 fiber and mirrors.

Each mirror 22a-22d of the mirror array 20 is connected to a controller 50 which controls the tilt of the mirrors for routing a signal from one I/O fiber to another. The mirrors 22a-22d are formed using MEMS technology with a two axis flexure gimbal mount via torsion springs 25 so that each mirror 22a-22d can be tilted  $\pm 5$  degrees on each axis in response to a voltage signal. For example, if an input signal on I/O fiber 14a is to be routed to I/O fiber 14c, the mirrors 22a and 22c are tilted so that the signal is reflected off of mirror 22a and directed toward reflector 30, reflected off the reflector and directed toward mirror 22c, and reflected off of mirror 22c and directed to the I/O fiber 14c. This particular routing example is depicted in Fig. 1. In this manner, any two I/O fibers may be signally connected.

Fig. 2 is a block diagram showing the connection of the I/O fibers 14a-14d to the OXC fabric 100. Each of the I/O fibers 14a-14d may be used as either an input fiber or an output fiber. However, as a practical matter some are defined as input

fibers and others as output fibers. In Fig. 2, I/O fibers 14a and 14b are input fibers and the I/O fibers 14c and 14d are output fibers. Before entering the OXC Fabric 100, each input I/O fiber 14a-14b runs through a respective Optical Translation Unit (OTU) 200a-200b which is connected to the controller 50. The primary function of the OTU 200a-200b is to act as a buffer element for the optical signal and, more specifically, as a regeneration unit for regenerating the optical signal in the fiber. When an optical signal travels through a long length of optical fiber, the original optical signal is attenuated and may be adversely affected in other ways such, for example, as via a phase shift and/or a frequency variation due to various external influences. Accordingly, the OTU 200a-200b on the input I/O fibers 14a-14b converts the received optical signal into an electrical signal, regenerates the electrical signal back to its original intensity and form, and converts the regenerated electrical signal back into an optical signal. The regenerated signal is then transmitted to the OXC fabric 100. The output I/O fibers 14c-14d also have respective OTUs 200c-200d which perform the same function. If some degradation of the signal occurs in the OXC, the OTU 200c, 200d will clean-up the signal by restoring the correct intensity and form before the signal is transmitted externally.

As stated above, the mirror positions are controlled by a controller 50 in response to a routing command 60 from an external source. Basically, the routing command instructs the controller as to which output fiber to connect to an input fiber. The routing command 60 may be a leading command received on an input fiber or may be received from some other external source. Upon receipt of the command, the controller 50 performs a coarse adjustment of the mirrors to put the mirrors into proper position. However, to optimize the position of the mirrors so that the optical signal is optimally connected between the input fiber and the output fiber, the positions of the mirrors are monitored. This is accomplished indirectly by monitoring and comparing the optical signals in the input fiber and output fiber. For this purpose, the controller 50 is connected to the OTUs 200a-200d and the controller monitors the signal sent to the OXC fabric in the input fiber and the signal exiting the OXC fabric in the output fiber. More specifically, the controller 50 is connected to



the electrical signal present in each OTU which represents the optical signal that is sent to, in the case of the input fiber 14a-14b, or received from, in the case of the output fiber 14c-14d, the OXC 100. The controller 50 then compares the input signal to the output signal. If the difference between the values of the optical signal in the output fiber and the input fiber exceeds a threshold value, the controller 50 adjusts the position of the mirrors in an attempt to correct or minimize the difference between the signals.

As mentioned above, the OTUs 200a-200d are required components in an OXC 100 for assuring signal quality. Accordingly, connecting the controller 50 to the OTU to provide the control signal for determining the correct mirror position does not require the addition of any further components to the OXC fabric 100.

Fig. 2 additionally shows a detailed view of OTU 200b on the input fiber 14b of the I/O fibers and a detailed view of OTU 200d on the output fiber 14d. Each OTU 200a-200d includes an Optical-to-Electrical converter 202, a regeneration device 204, and an Electrical-to-Optical converter 206. The connection in the OTUs 200a-200b of the input fibers 14a, 14b is made at the point at which the electrical signal is connected to the Electrical-to-Optical converter 206. An electrical connection in the OTUs 200c-200d of the output fiber 14c, 14d is made at the point at which the electrical signal is connected to the Optical-to-Electrical converter 202. The electrical signals are thereby connected to the controller 50 and monitored for each I/O fiber. Accordingly, when an optical signal is being transmitted from one fiber to another in the OXC, the controller 50 monitors the signals in the input and output fibers to determine if the signal is being optimally transmitted and to adjust the mirrors accordingly.

Thus, while there have shown and described and pointed out fundamental novel features of the invention as applied to preferred embodiments thereof, it will be understood that various omissions and substitutions and changes in the form and details of the devices illustrated, and in their operation, may be made by those skilled in the art without departing from the spirit of the invention. For example, it is

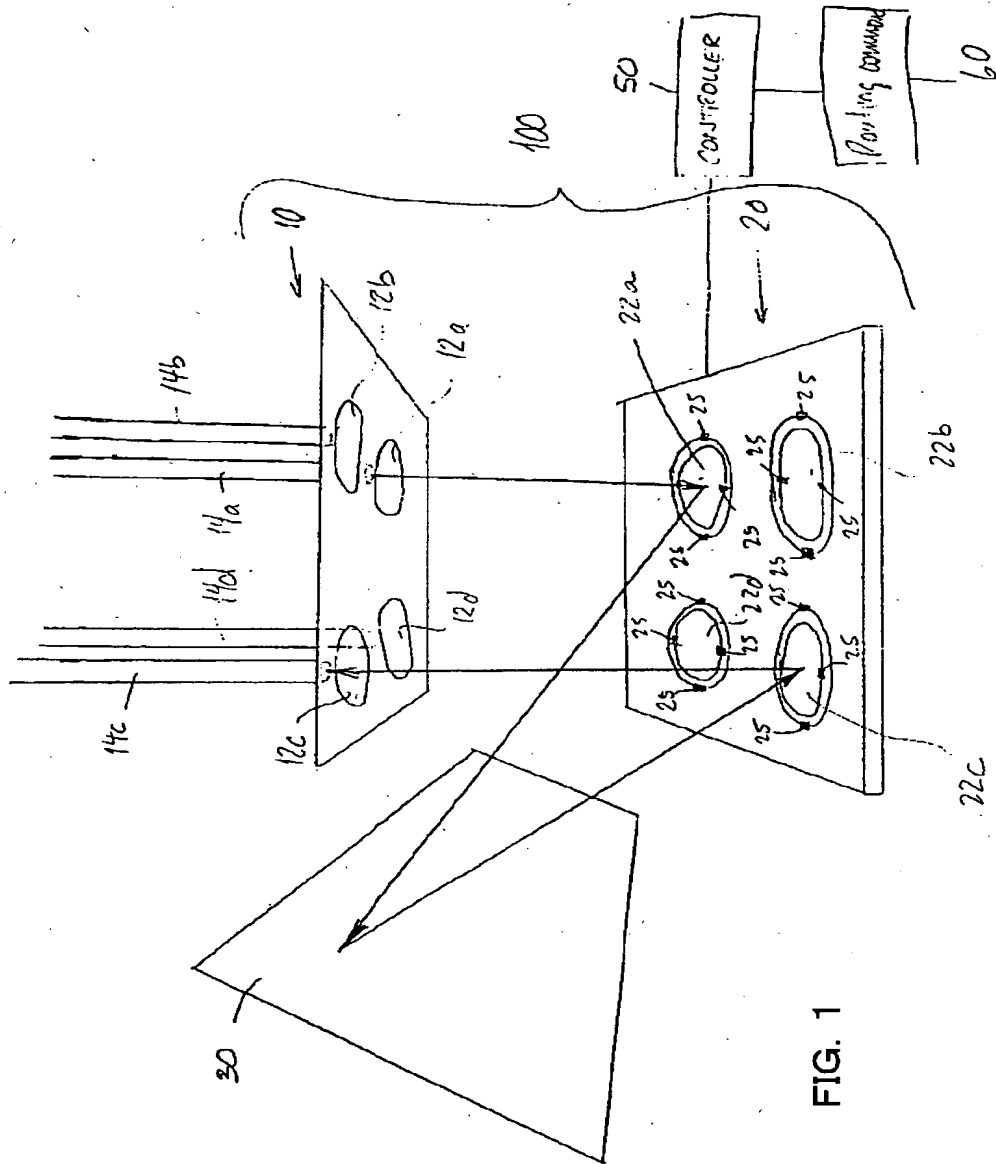
expressly intended that all combinations of those elements and/or method steps which perform substantially the same function in substantially the same way to achieve the same results are within the scope of the invention. Moreover, it should be recognized that structures and/or elements and/or method steps shown and/or described in connection with any disclosed form or embodiment of the invention may be incorporated in any other disclosed or described or suggested form or embodiment as a general matter of design choice. It is the intention, therefore, to be limited only as indicated by the scope of the claims appended hereto.

#### **4. Brief Description of Drawings**

In the drawings, wherein like reference characters denote similar elements throughout the several views:

Fig. 1 is an elevated perspective view of an Optical Crossconnect (OXC) according to the present invention; and

Fig. 2 is a block diagram showing the control arrangement for the present invention.





## 1. Abstract

An optical crossconnect (OXC) fabric including an array of tiltable mirrors, a reflector and a plurality of optical fibers controls the position of the mirrors to optimize the transfer of a signal between an input optical fiber and an output optical fiber by monitoring the optical signal at an optical translation unit in each of the input optical fiber and the output optical fiber. The optical translation units are operable for regenerating the optical signals transmitted through the fibers.

## 2. Representative Drawing

Fig. 1

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
【部門区分】第6部門第2区分  
【発行日】平成14年5月22日(2002.5.22)

【公開番号】特開2001-117025(P2001-117025A)  
【公開日】平成13年4月27日(2001.4.27)  
【年通号数】公開特許公報13-1171  
【出願番号】特願2000-306940(P2000-306940)  
【国際特許分類第7版】  
G02B 26/08  
【FI】  
G02B 26/08 E

【手続補正書】

【提出日】平成14年2月28日(2002.2.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光クロス接続デバイスであって、  
入力ファイバ；

出力ファイバ；

複数の鏡から成る傾斜可能な鏡の配列であって、各鏡が前記入力ファイバから受信される信号を前記出力ファイバに向けられるように少なくとも一つの傾斜軸のまわりを傾斜できるような鏡の配列、

前記傾斜可能な鏡の配列に機能的に接続されると共に、前記傾斜可能な鏡の配列の各鏡を、前記少なくとも一つの傾斜軸のまわりに位置決めして、前記入力ファイバから受信される入力信号を前記出力ファイバに向けるコントローラ；および

前記入力ファイバに接続された入力バッファおよび前記出力ファイバに接続された出力バッファであって、前記コントローラは、前記入力バッファと前記出力バッファに接続されて、前記入力バッファから前記鏡の配列に伝送される入力光信号を監視すると共に、前記鏡の配列から前記出力ファイバによって受信される出力光信号を監視し、前記コントローラが前記鏡の配列に機能的に接続されて、前記入力バッファ内の前記入力光信号と前記出力バッファ内の前記出力光信号との間の監視された差に応答して前記鏡の配列の各鏡の位置を調節するようになっている入力バッファおよび出力バッファを含むことを特徴とする光クロス接続デバイス。

【請求項2】 前記入力バッファが前記入力ファイバに接続された前記入力ファイバ内の光信号を再生するための入力光トランスレーションユニットを備え、前記出力バッファが前記出力ファイバ内の光信号を再生するため

の出力光トランスレーションユニットを備えることを特徴とする請求項1記載のデバイス。

【請求項3】 前記入力光トランスレーションデバイスと前記出力光トランスレーションデバイスが、光信号を電気信号に変換するための光電気変換器、電気信号を受信し、電気信号を再生するための再生ユニット、および再生された信号を光信号に戻すための電気光変換器を備えることを特徴とする請求項1記載のデバイス。

【請求項4】 前記コントローラが前記入力光トランスレーションデバイス内の前記再生ユニットと前記電気光変換器との間で前記電気信号に接続され、前記コントローラが前記出力光トランスレーションユニット内の前記光電気変換器と前記再生ユニットの間で前記電気信号に接続されることを特徴とする請求項3記載のデバイス。

【請求項5】 前記傾斜可能な鏡の配列が複数の傾斜可能な鏡から成り、前記復傾斜可能な鏡が2つの相対的に垂直な軸のまわりを回転可能であることを特徴とする請求項1記載のデバイス。

【請求項6】 前記コントローラがルーティングコマンドを受信するように接続され、前記コントローラが前記ルーティングコマンドに応答して前記鏡の配列の各鏡を粗く調節するため、および前記入力バッファ内の入力光信号と前記出力バッファ内の出力光信号の間の監視された差に応答して前記鏡の配列の各鏡の位置を微調節するための手段を備えることを特徴とする請求項1記載のデバイス。

【請求項7】 さらに、反射器を備え、前記傾斜可能な鏡が前記入力ファイバから受信される入力信号が前記反射器を介して前記出力ファイバに向かうように位置決め可能であることを特徴とする請求項1記載のデバイス。

【請求項8】 傾斜可能な鏡の配列を含む光クロス接続ファブリック内の各鏡の位置を制御するための方法であって、前記光クロス接続ファブリックが複数のI/Oファイバを受け、各I/Oファイバが光信号を再生するための光トランスレーションユニットを備え、前記傾斜可能な鏡が複数のI/Oファイバの内の一つの入力ファイバか

らの光信号を複数のI/Oファイバの内の一つの出力ファイバに向ける働きを有するような鏡の位置を制御するための方法において、前記複数のファイバの内の一つの入力ファイバから傾斜可能な鏡の配列に伝送される光信号のレベルを前記光トランスレーションユニット内で監視するステップ；

前記傾斜可能な鏡の配列から前記複数のファイバの内の一つの出力ファイバに向けられる光信号のレベルを前記光トランスレーションユニット内で監視するステップ；

前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号を比較することで、前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号の間の差を計算するステップ；

前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号の間の計算された差が所定の閾値レベルより大きいかなどを決定するステップ；および

前記決定ステップにおいて前記監視された入力光信号と監視された出力光信号の間の計算された差が閾値レベルより大きなことが決定された場合、前記鏡の配列を調節

して、前記監視された入力光信号と前記監視された出力光信号の間の計算された差を最小とするステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項9】 前記光トランスレーションユニットが各光信号を電気信号に変換するための光電気変換器を備え、前記複数のファイバの内の一つの入力ファイバからの光信号のレベルを監視するステップと前記複数のファイバの内の一つの出力ファイバに向けられた光信号のレベルを監視するステップが、おのおの、前記光トランスレーションユニット内の電気信号を監視するステップを含むことを特徴とする請求項8記載の方法。

【請求項10】 前記鏡の配列を調節するステップが、外部ルーティングコマンドに応答して前記鏡の配列を粗く調節するステップと、前記監視された入力信号と監視された出力信号との間の計算された差に応答して前記鏡の配列を微調節するステップを含むことを特徴とする請求項8記載の方法。